



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請日：西元 2002 年 12 月 30 日  
Application Date

申請案號：091137890  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 3 月 25 日  
Issue Date

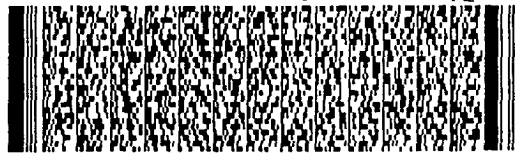
發文字號：09220294070  
Serial No.

申請日期：	91.12.30	IPC分類
申請案號：	91137890	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	控制奈米碳管長度之方法與裝置
	英文	
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	1. 戴鴻名 2. 施能謙 3. 陳燦林
	姓名 (英文)	1. Hung-Ming Tai 2. Nang-Chian Shie 3. Tsan-Lin Chen
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市金竹路102巷9號3樓 2. 台中縣沙鹿鎮鎮南路2段532號 3. 新竹市金竹路126號 3F 之3
	住居所 (英文)	1. 3F1., No. 3, Lane 102 Kingchu Rd., Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 2. No. 532, Sec. 2, Jenn Nan Rd., Sha Lwu, Taichung, Taiwan, R. O. C. 3. 3-3F1., No. 126, Kingchu Rd., Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或 姓名 (英文)	1. Industrial Technology Research Institute
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 310 新竹縣竹東鎮中興路4段195號 (本地址與前向貴局申請者不同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung Hsin Rd., Chu Tung Town, Hsin Chu Hsien, Taiwan R. O. C.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
	代表人 (英文)	1. Cheng-I Weng



四、中文發明摘要 (發明名稱：控制奈米碳管長度之方法與裝置)

本發明係有關於一種控制奈米碳管長度之裝置及方法，係配合一表面形成有至少一奈米碳管或奈米碳管探針之基板，主要包括：至少一定位平台，用以放置並調整該基板之位置，或調整該放電電極之位置；一放電電極，位於該定位平台之一側，用以裁切該奈米碳管；一壓電致動器，用以定位或調整該放電電極之位置或與該基板參考面之相對高度；一距離感測器，用以感知該電極之高度；以及一電壓脈衝供應器，用以施加一電壓脈衝至該放電電極，以裁切該奈米碳管。

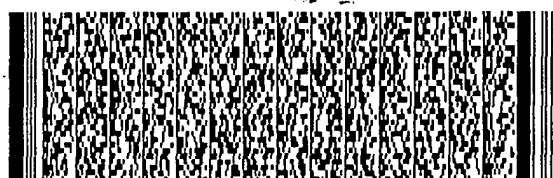
一、(一)、本案代表圖為：第 3 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	矽晶圓基板	40	壓電致動器
20	XY定位平台	50	距離感測器
30	Z定位平台	60	放電電極
70	電極電源導線		

陸、英文發明摘要 (發明名稱：)

An apparatus and method for controlling the length of at least a carbon nanotube is disclosed, comprising at least a position locating device for locating and adjusting the position of a substrate with said carbon nanotube; a discharging electrode located adjacent to said position locating device for cutting said carbon nanotube; a piezo actuator for fixing or adjusting the position of said



四、中文發明摘要 (發明名稱：控制奈米碳管長度之方法與裝置)

陸、英文發明摘要 (發明名稱：)

discharging electrode or the relative height between said discharging electrode and the reference surface on said substrate; a distance detector for detecting the height of said discharging electrode; and a voltaic pulse supplier for supplying a voltaic pulse to said discharging electrode and cutting the redundant part of said carbon nanotube.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

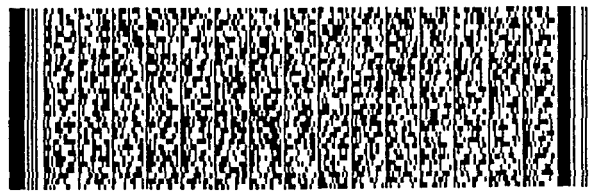
### 一、發明所屬之技術領域

本發明係關於一種控制奈米碳管長度之方法與裝置，尤指一種適用於修整奈米碳管探針、奈米碳管感知器、或奈米碳管場發射器針尖之方法與裝置。

### 二、先前技術

奈米碳管的應用非常廣泛，例如作為掃描探針顯微鏡 (Scanning Probe Microscopes, SPM) 探針之針尖、推算奈米顆粒 (Nano Particles) 之質量、或是偵測原分子是不存在之感知器等等。目前之微機電技術已可做出探針微懸臂結構，並配合化學氣相沉積、電漿強化化學氣相沉積 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)、或電場強化化學氣相沉積 (Field-Enhanced Chemical Vapor Deposition, FECVD) 等技術在 p 型矽晶圓、n 型矽晶圓、玻璃基板、或其他多種基材上製作出具奈米碳管針尖之探針陣列，如美國專利第 6,146,227 號所提出將奈米碳管成長於探針針尖上之製程方法，即對批量製造 SPM 探針提供了進步性的方案。另外，美國專利第 6,346,189 B1 號 (Dai 等人，西元 2002 年) 亦提出利用原子力顯微鏡探針掃描觸媒，使觸媒塗在探針尖端，再配合 CVD 而使奈米碳管成長於探針針尖上。

雖然目前有許多研究以成長奈米碳管為目標，不過，欲獲得品質一致的奈米碳管探針仍有許多困難。以長度為例，控制成長奈米碳管之時間並不一定能夠妥善控制奈米



## 五、發明說明 (2)

碳管突出針尖之長度。這是因為觸媒顆粒位置極難被控制，不一定會位於針尖末端，因而導致以 CVD 成長製作之碳管突出於探針之長度也就不同。另外，一般而言，成長出來之奈米碳管受凡得瓦力作用，吸附在探針表面，沿針尖斜面爬行，直到結構力大於吸附力，奈米碳管才會突出針尖。因此同一條件、同一程序所獲得之探針針尖長度並不會相同。而長度不一之奈米碳管探針在應用上會衍生出很多問題，例如雖然較長的掃描探針顯微鏡探針之針尖有助於探索較深之微結構，但是由於較長的碳管易受熱擾動 (Thermal Disturbance) 影響而發生振動，且太長的碳管針尖易發生挫曲 (Buckling)，若所使用之針尖長度不當，會導致掃描結果不穩定，因而降低樣本尺寸量測精確度，而無法發揮奈米碳管探針應有之效能。此外，當應用於推算奈米顆粒之質量時，因其乃利用一端固定、一端懸空之奈米碳管末端來吸附微小粒子，藉著特定長度之奈米碳管結構應具有某特定共振頻率之關係，來推算奈米顆粒 (Nano Particles) 之質量，而奈米碳管之振動狀況又與奈米碳管長度有關。又或者當其作為偵測原分子是否存在之感知器時，其乃利用具有官能基之奈米碳管來吸附化學物，因此，必須妥善控制感知器針尖奈米碳管長度，才能使感知器功能正確。另外，末端存在有觸媒顆粒之奈米碳管可能對電子場發射現象 (Electron Field Emission) 有所影響，因此尋找切除末端觸媒顆粒的方法也是從事電子場發射現象基礎研究者關注的要點。

### 五、發明說明 (3)

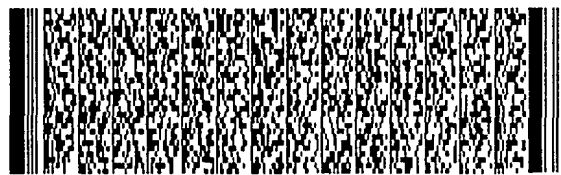
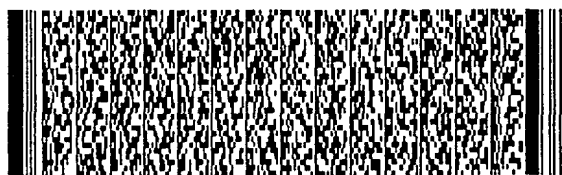
由於一般製作具控制長度之奈米碳管針尖需要逐一對探針進行處理，~~一~~繁瑣的步驟以及昂貴的設備使得高品質之奈米碳管探針難於工業界普及，而奈米碳管探針供應不足之狀況亦阻滯奈米量測研究與應用之進展。

### 三、發明內容

本發明之主要目的係在提供一種控制奈米碳管長度之方法，俾能控制及調整奈米碳管長度，以提高奈米碳管感知器、掃描探針顯微鏡探針、或場發射器元件之製作效率及品質。

本發明之另一目的係在提供一種控制奈米碳管長度之裝置，俾能控制奈米碳管長度，以提高奈米碳管感知器、掃描探針顯微鏡探針、或場發射器元件之製作效率及品質。

為達成上述目的，本發明一種控制奈米碳管長度之方法，主要包括以下步驟：首先提供一基板，該基板表面上具有至少一參考面，且該基板上形成有至少一奈米碳管，其中該奈米碳管之頂端至該參考面之最短垂直距離為  $H$ ；接著提供至少一可承載及移動該基板之定位平台；之後將該基板置於該定位平台上；再提供一放電電極與一壓電致動器，並以該壓電致動器定位該放電電極之位置；然後提供一距離感測器，以偵知該放電電極至該參考面之高度，並以該距離感測器偵知之高度調整該基板或該放電電極之位置，使該放電電極至該參考面之垂直距離為  $I$ ；以及以





#### 五、發明說明 (4)

該定位平台移動該基板，同時施加一電壓脈衝至該放電電極，以裁切該奈米碳管；其中  $H$  大於或等於  $L$ 。

為達成上述目的，本發明包含一種控制奈米碳管長度之裝置，係配合一表面具有至少一參考面之基板，其中該基板上形成有至少一奈米碳管，主要包括：至少一定位平台，用以放置並調整該基板之位置，或調整該放電電極之位置；一放電電極，位於該定位平台之一側，用以裁切該奈米碳管；一壓電致動器，用以定位或調整該放電電極之位置或與該基板參考面之相對高度；一距離感測器，用以知該基板之高度；以及一電壓脈衝供應器，用以施加一電壓脈衝至該放電電極，以裁切該奈米碳管。

#### 四、實施方式

本發明控制奈米碳管長度之方法與裝置所使用之定位平台較佳為 XY 定位平台與 Z 定位平台，以分別調整該基板或該放電電極之位置。本發明控制奈米碳管長度之方法與裝置中之基板較佳為矽晶圓基板，而該基板表面之奈米碳管較佳為以化學氣相沉積 (CVD)、電漿強化化學氣相沉積 (PECVD)、或電場強化化學氣相沉積 (FECVD) 形成。本發明控制奈米碳管長度之方法與裝置中之放電電極較佳為線狀或平面狀電極，其與基板表面之夾角較佳為介於 0 至 15 度之間。本發明控制奈米碳管長度之方法與裝置中，施加至放電電極之電壓脈衝之電壓較佳為 3.6 至 20 伏，週期較佳為 30 至 100 微秒。本發明控制奈米碳管長度之方法與裝



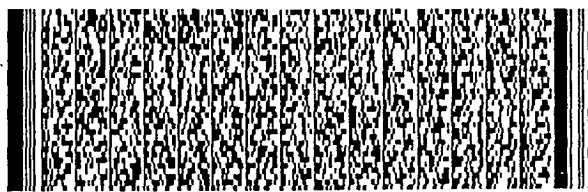
#### 五、發明說明 (5)

置之距離感測器較佳為干涉儀、電容感測器、或探針式感測器。本發明控制奈米碳管長度之裝置於裁切奈米碳管時，放電電極至參考面垂直距離較佳為小於或等於該奈米碳管之頂端至該參考面之最短垂直距離。

為能讓貴審查委員能更瞭解本發明之技術內容，特舉本發明控制奈米碳管長度之方法與裝置較佳具體實施例說明如下。

本發明所使用之奈米碳管探針陣列，乃運用目前習知之微機電技術做出其微結構，配合化學氣相沉積、或電漿強化化學氣相沉積、或電場強化化學氣相沉積等方法，在p型矽晶圓、n型矽晶圓、玻璃基板或其他多種基板1上製作出具奈米碳管2之探針3陣列，如圖1所示。除了被成長在懸臂樑末端6之外，奈米碳管2也可在適當應用例中被成長在錐狀尖端7，如圖2所示。其中特意將探針3製作在參考面5下方底部4，並且視探針應用方式，特意將奈米碳管2末端成長至參考面5上方零至數微米之間。該槽狀結構可被用來降低放電電極撞毀探針末端之機率。

請參見圖3，本發明之裝置包含XY定位平台20、Z定位平台30、壓電致動器40、距離感測器50、放電電極60、與電極電源導線70，以及具有奈米碳管2探針陣列之矽晶圓基板10。圖4將矽晶圓基板10、距離感測器50與放電電極60之結構放大，以便於理解放電電極60與奈米碳管2之相對位置及其裁切方式。放電電極60可以是線狀或平面狀電極，其與參考面11之夾角可視電極尖端之微觀角度而定，

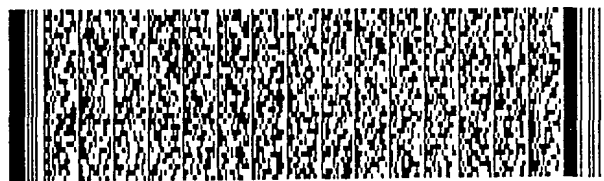
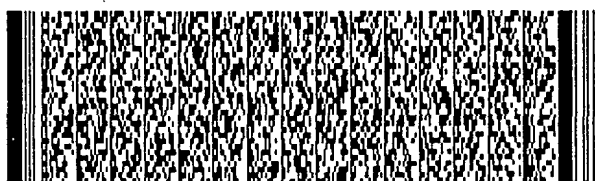


##### 五、發明說明 (6)

一般可介於  $0 \sim 15$  度。

當 XY 定位平台 20 運動期間，XY 定位平台 20 上方承載之基板 10 相對於放電電極 60 之起伏程度在  $0.5$  微米以下時，其控制流程如下：首先將基板 10 以 XY 定位平台 20 饋進至適當位置；接著施加  $1 \sim 5$  V 直流電壓至放電電極 60，並協調 Z 定位平台 30 與壓電致動器 40，將放電電極 60 往參考面 11 平面下降，同時監視放電電極 60 之電位，當放電電極 60 與矽晶圓基板 10 導通，便完成放電電極 60 高度歸零動作。隨後以 Z 定位平台 30 將放電電極 60 饋進至參考面 11 上方數微米後，利用壓電致動器 40 將放電電極 60 饋進至參考面 11 上方數百奈米至  $1$  微米處。然後再以 XY 定位平台 20 饋進基板 10，同時將  $3.6 \sim 20$  V、 $50$  微秒脈衝輸至放電電極 60，以對奈米碳管 12 進行放電裁切，如圖 4 所示。

當 XY 定位平台 20 運動期間，XY 定位平台 20 上方承載之基板 10 相對於放電電極 60 之起伏程度在  $0.5$  微米以上時，可以使用距離感測器 50 進行閉迴路控制。距離感測器 50 可為一電容感測器或一光纖干涉儀。本發明之較佳實施例以使用光纖干涉儀進行控制予以說明。請參見圖 5，雷射光源 100 透過光纖 110 引導，投射在參考面 11 反射平面。由參考面 11 反射平面反射並被光纖收入之第二次反射光線 122 與光纖斷面 111 反射回去之第一次反射光線 121，透過光耦合器 130 或其他光學鏡組而導引至光電偵測器 140，第一次反射光線 121 與第二次反射光線 122 之光干涉結果被光電偵測器 140 轉變為電信號。光波干涉之振幅與光纖斷面 111 和



#### 五、發明說明 (7)

參考面 11 反射面之距離有關，可以據此調節光纖 110 或基板 10 上下位置，來使光波干涉之振幅保持恆定，此時光纖斷面 111 和參考面 11 反射面之距離亦得以保持恆定。該距離可以設定為數百奈米至 40 微米以內，使光纖 110 能夠接收足夠之反射光能量。在此設定位置點上，放電電極 60 和參考面 11 反射面之距離變動量可控制在雷射波長之  $1/4$  以內。若雷射干涉能量發生變化，則以壓電致動器 40 調制光纖斷面 111 和參考面 11 反射面之距離，使干涉振幅保持固定，藉此使放電電極 60 與參考面 11 距離獲得控制。

上述壓電致動器 40 為具 Z 方向一維致動自由度之積層式壓電致動器，亦可用具一維以上致動自由度之壓電管 (Piezoelectric Tube) 致動器。另外，由於放電電極 60 亦可能有歪斜之情況，因此可使用二個光纖干涉儀作為距離感測器，並調制其壓電管致動器，以補償電極之歪斜狀況。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。



## 圖式簡單說明

### 五、圖式簡單說明

圖 1係本發明較佳實施例之基板立體圖。

圖 2(a)與 2(b)係本發明較佳實施例之基板剖視圖。

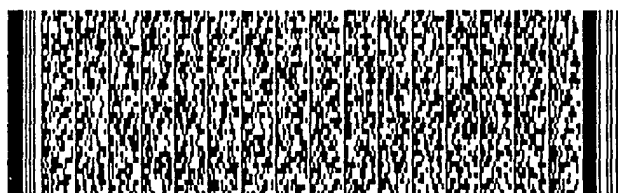
圖 3係本發明較佳實施例之控制奈米碳管長度之裝置立體圖。

圖 4係本發明較佳實施例中矽晶圓基板、距離感測器與放電電極之結構放大圖。

圖 5係本發明較佳實施例中使用光纖干涉儀進行控制之距離感測器示意圖。

### 六、圖號說明

1	基板	2	奈米碳管	3	探針
4	底部	5	參考面	6	懸臂樑末端
7	錐狀尖端	10	矽晶圓基板	11	參考面
12	奈米碳管	20	XY定位平台	30	Z定位平台
40	壓電致動器	50	距離感測器	60	放電電極
70	電極電源導線	100	雷射光源		
110	光纖	111	光纖斷面		
121	第一次反射光線	122	第二次反射光線		
130	光耦合器	140	光電偵測器		



#### 六、申請專利範圍

1. 一種控制奈米碳管長度之方法，主要包括以下步驟：  
提供一基板，該基板表面上形成有至少一奈米碳管及至少一參考面，其中該奈米碳管之頂端至該參考面之最短垂直距離為  $H$ ；  
提供至少一可承載及移動該基板之定位平台；  
將該基板置於該定位平台上；  
提供一放電電極與一壓電致動器，並以該壓電致動器定位該放電電極之位置；  
提供一距離感測器，以偵知該放電電極與該參考面之高度，並以該距離感測器偵知之高度調整該基板或該放電電極之高度，使該放電電極至該參考面之垂直距離皆為  $I$ ；  
以及  
以該定位平台移動該基板，同時施加一電壓脈衝至該放電電極，以裁切該奈米碳管；  
其中  $H$  大於或等於  $I$ 。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該定位平台為 XY 定位平台。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其更包含一 Z 定位平台，用以調整該放電電極之位置。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該基板為矽晶圓基板或玻璃基板。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該放電電極為線狀或平面狀電極。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該放電電極與

#### 六、申請專利範圍

該基板表面之夾角介於 0 至 15 度之間。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中形成該奈米碳管之方法為化學氣相沉積 (CVD)、電漿強化化學氣相沉積 (PECVD)、或電場強化化學氣相沉積 (FECVD)。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該距離感測器為干涉儀、電容感測器、或探針式感測器。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該電壓脈衝之電壓為 3.6 至 20 伏，週期為 30 至 100 微秒。

10. 一種控制奈米碳管長度之裝置，係配合一表面形成有至少一奈米碳管及至少一參考面之基板，主要包括：  
至少一定位平台，用以放置並調整該基板之位置，或調整該放電電極之位置；  
一放電電極，位於該定位平台之一側，用以裁切該奈米碳管；  
一壓電致動器，用以定位或調整該放電電極之位置或與該參考面之相對高度；  
一距離感測器，用以感知該基板之高度；以及  
一電壓脈衝供應器，用以施加一電壓脈衝至該放電電極，以裁切該奈米碳管。

1. 如申請專利範圍第 10 項所述之裝置，其中該定位平台為 XY 定位平台與 Z 定位平台。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之裝置，其中該基板為矽晶圓基板或玻璃基板。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述之裝置，其中該放電電極



六、申請專利範圍

為線狀或平面狀電極。

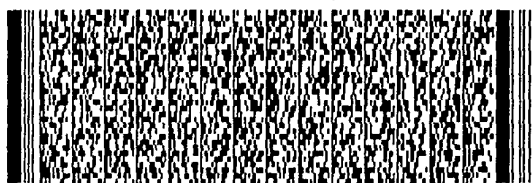
14.如申請專利範圍第10項所述之裝置，其中該放電電極與該基板表面之夾角介於0至15度之間。

15.如申請專利範圍第10項所述之裝置，其中該奈米碳管形成於該基板之方法為化學氣相沉積(CVD)、電漿強化化學氣相沉積(PECVD)、或電場強化化學氣相沉積(FECVD)。

16.如申請專利範圍第10項所述之裝置，其中該距離感測器為干涉儀、電容感測器、或探針式感測器。

17.如申請專利範圍第10項所述之裝置，其中該電壓脈衝之電壓為3.6至20伏，週期為30至100微秒。

18.如申請專利範圍第10項所述之裝置，其中該放電電極至該參考面之垂直距離小於或等於該奈米碳管之頂端至該參考面之最短垂直距離。

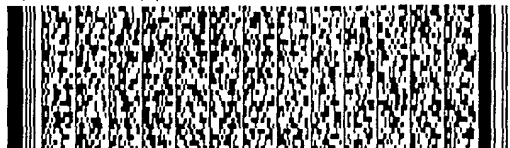




第 1/15 頁



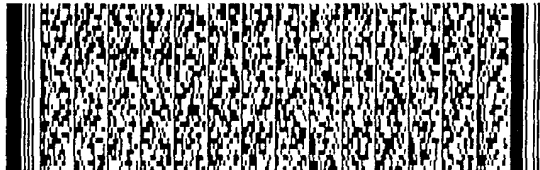
第 1/15 頁



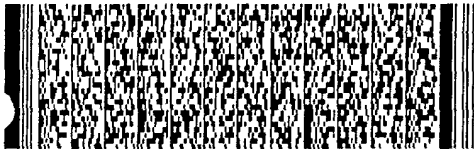
第 2/15 頁



第 2/15 頁



第 3/15 頁



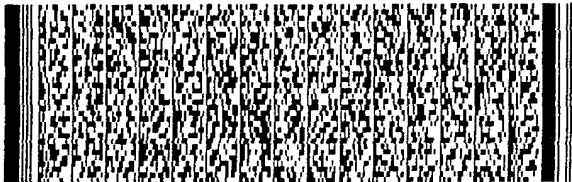
第 4/15 頁



第 5/15 頁



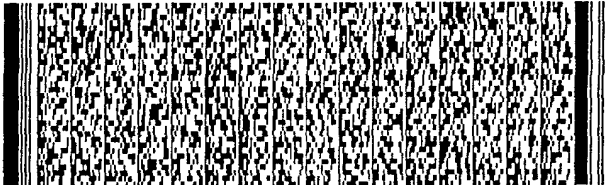
第 5/15 頁



第 6/15 頁



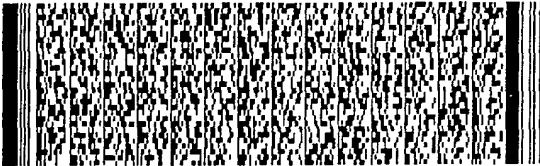
第 6/15 頁



第 7/15 頁



第 7/15 頁



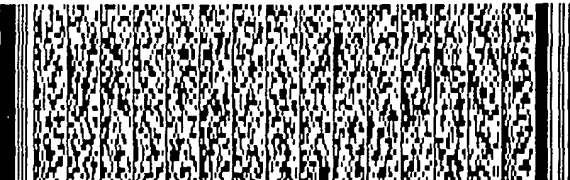
第 8/15 頁



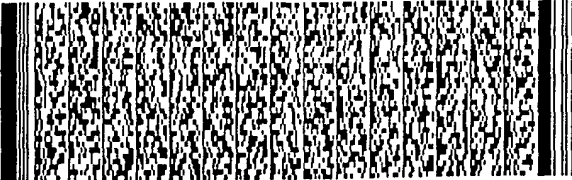
第 8/15 頁



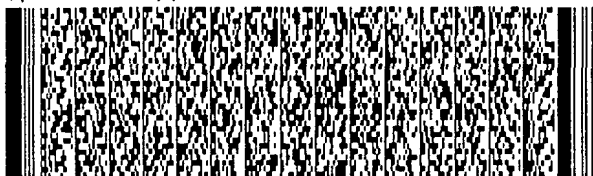
第 9/15 頁



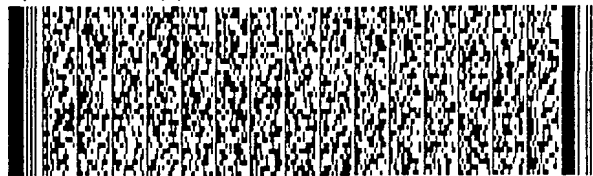
第 9/15 頁



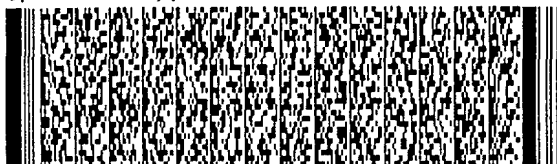
第 10/15 頁



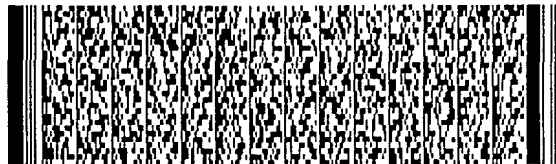
第 10/15 頁



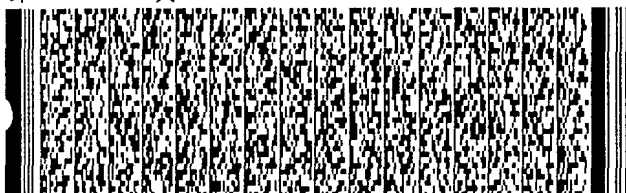
第 11/15 頁



第 11/15 頁



第 12/15 頁



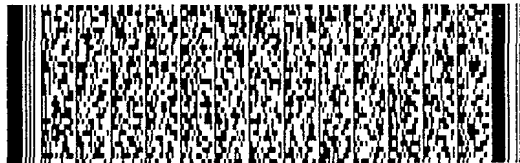
第 13/15 頁



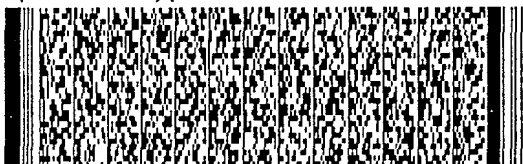
第 13/15 頁



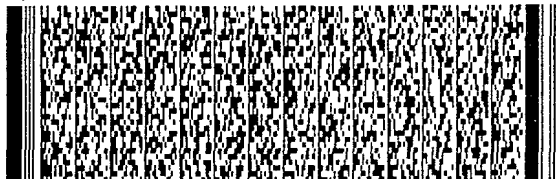
第 14/15 頁



第 14/15 頁



第 15/15 頁



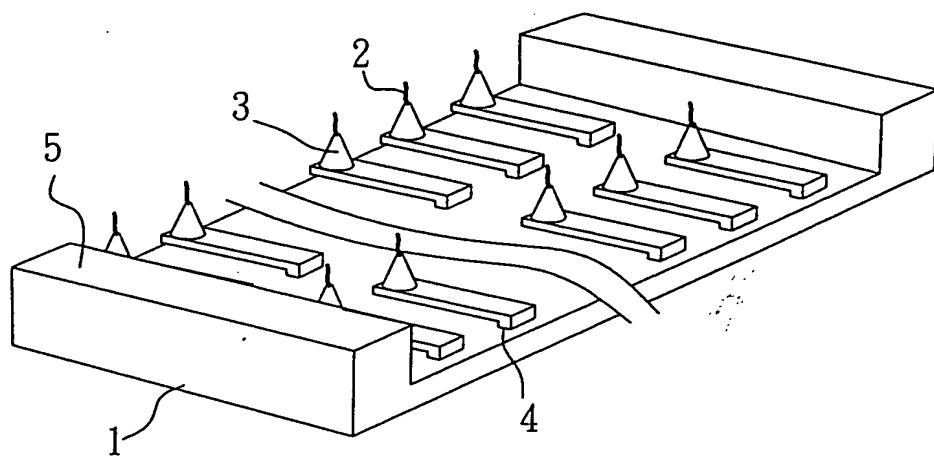


圖 1

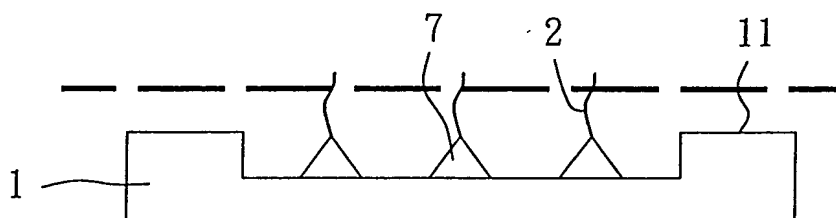


圖 2a

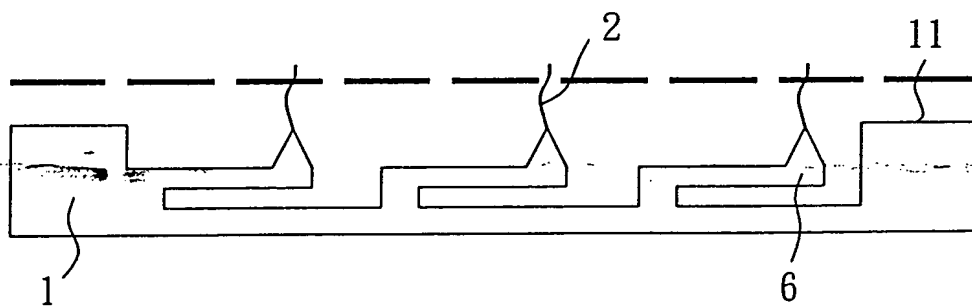


圖 2b

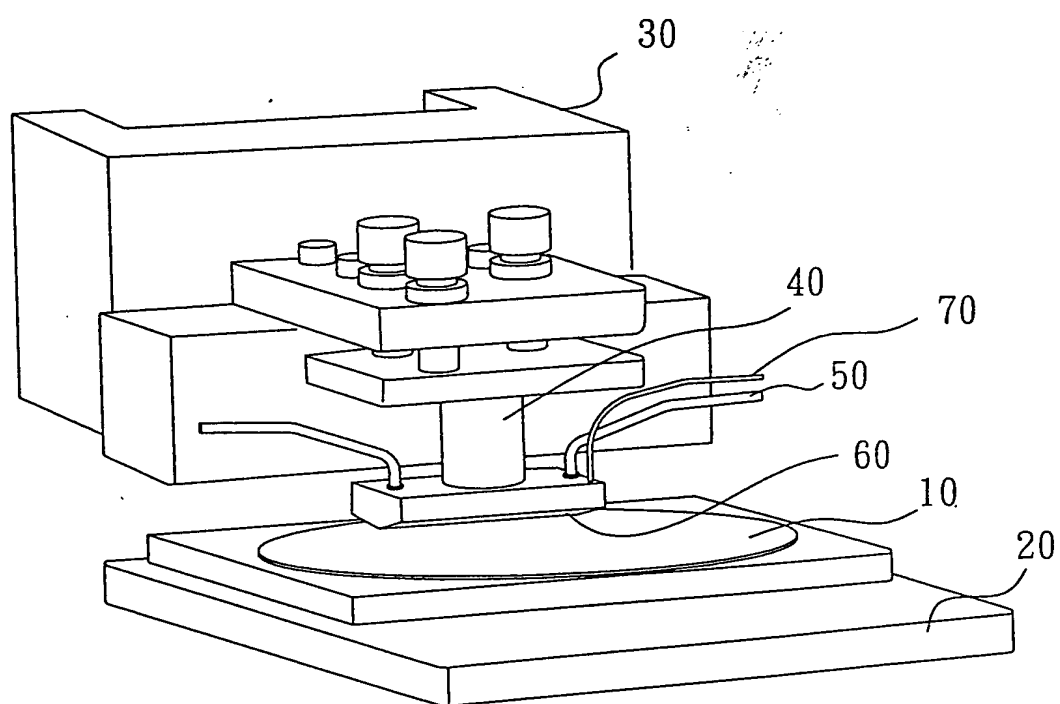


圖3

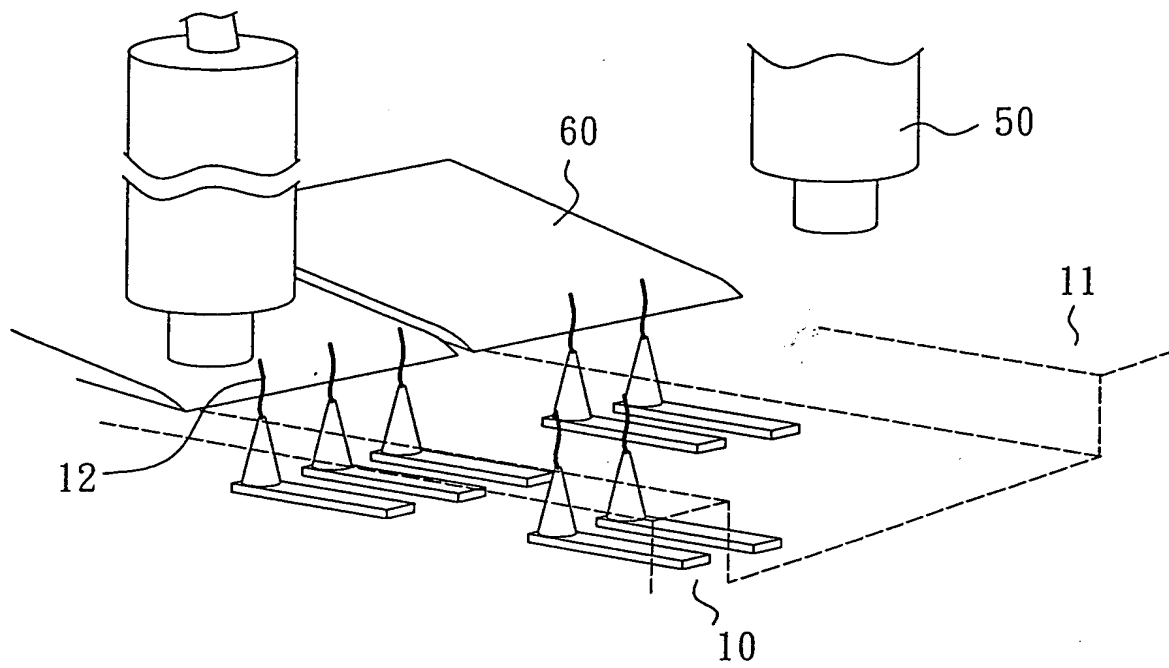


圖4

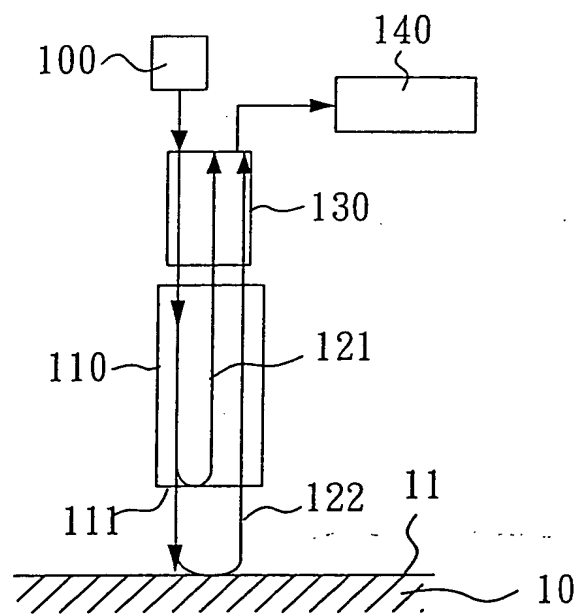


圖5